 Neutrosophic Computing and Machine Learning {Número especial: La neutrosofía y su impacto en la sociedad. Perspectiva en el contexto ecuatoriano}, Vol. 26, 2023



University of New Mexico 

Mapa Cognitivo Neutrosófico para la evaluación de la incidencia de la viruela del mono

Neutrosophic Cognitive Map for the evaluation of the incidence of monkeypox

María Fernanda Cueva Moncayo[1], Ariel Eduardo Cajas Jami[2], and Jhosua Santiago Flores Bonilla[3]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato, Ecuador. E-mail: ua.mariafcueva@uniandes.edu.ec

[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato, Ecuador. E-mail: ma.arielecj99@uniandes.edu.ec

[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato, Ecuador. E-mail: ma.jhosuasfb70@uniandes.edu.ec

Resumen. La viruela del mono es una enfermedad zoonótica. Muchos de los casos reportados vienen de las zonas rurales de África, tomando en cuenta que el primer caso se dio en el Congo, sus huéspedes son roedores y primates; los síntomas principales de esta enfermedad zoonótica son fiebre, malestar en general y lo más sobresaliente el exantema, en el Ecuador este virus se disparó desde Julio-Agosto del presente año, las medidas adoptadas para vigilar este caso en el país deberían ser más rigurosas ya que por el momento solo existe la prevención con protocolos, cuarentena y atención primaria de salud. La presente investigación describe una solución a la problemática planteada mediante el desarrollo de un método que implementa Mapa Cognitivo Neutrosófico para la evaluación de la incidencia de la viruela del mono.

Palabras Claves: Viruela símica, zoonosis, exantema, Mapa Cognitivo Neutrosófico, análisis de incidencia.

Summary. Monkeypox is a zoonotic disease, many of the reported cases come from rural areas of Africa, taking into account that the first case occurred in the Congo, its hosts are rodents and primates; The main symptoms of this zoonotic disease are fever, malaise in general and most notably rash. In Ecuador this virus has skyrocketed since July-August of this year. The measures adopted to monitor this case in the country should be more rigorous since at the moment there is only prevention with protocols, quarantine and primary health care. The present investigation describes a solution to the problem posed through the development of a method using Neutrosophic Cognitive Map for the evaluation of the incidence of monkeypox.

Key words: Monkeypox, zoonosis, exanthema, Neutrosophic Cognitive Map, incidence analysis.

1 Introducción

La viruela símica se describió por primera vez en 1958 a raíz de 2 brotes de una enfermedad similar a la viruela en monos. El primer caso en humano se reportó en la República Democrática del Congo; desde entonces la mayoría de los casos reportados provienen de zonas rurales de la selva tropical de África Central y Occidental, donde se considera endémica [1].

La viruela del mono o Monkeypox (MPX) es una enfermedad zoonótica viral producida por el virus de la viruela de mono, un virus ADN que pertenece al género Orthopoxvirus de la familia Poxviridae, entre los huéspedes animales están roedores y primates no humanos [2]. Puede presentarse con fiebre, malestar general, linfoadenopatías y exantema, y durar entre 2 y 4 semanas, suele ser autolimitada, aunque se han descrito casos graves, principalmente en personas inmunocomprometidas y una letalidad entre 3% y 6% en países endémicos [3].

El primer brote fuera de África ocurrió en los EE.UU. en el año 2003 con 47 casos y se asoció con el contacto con perros infectados, que tenían contacto con otros mamíferos [4]. El 7 de mayo de 2022 la OMS recibió noticia de un caso confirmado de viruela símica en una persona que había viajado del Reino Unido a Nigeria para volver posteriormente al Reino Unido [5]. Tras la información emitida por estos países, surgió un aumento de los casos de viruela del mono, pero entre algunos de estos no tenían antecedente de viaje ni relación con el caso ini-

cial por lo que, se extendió por Bélgica, Francia, Portugal, Italia España, Suecia, Canadá, Estados Unidos y Australia. Por ende, la organización mundial de la salud constituye una emergencia de salud pública de importancia internacional.

El 20 de mayo del 2022 la Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de Salud (OPS/OMS) emitió una alerta epidemiológica debido al aumento de casos reportados de Viruela del Mono desde a lo menos 11 países [2]. Desde entonces, se han informado a la OMS más de 3200 casos confirmados de viruela del simio y una muerte. El brote afecta principalmente, pero no exclusivamente, a hombres que tienen relaciones sexuales con hombres y quienes manifestaron antecedente de viaje a Europa y América del Norte [3]. Actualmente serializa la vigilancia epidemiologia de todo el mundo para recolección, análisis, interpretación y difusión de datos sobre el monkeypox, Hasta el 22 de julio, se han notificado a la OMS un total de 16.016 casos confirmados por laboratorio, registrándose 5 fallecimientos. El brote de viruela del simio continúa afectando principalmente a hombres jóvenes [6].

En Ecuador el 06 de julio del 2022, luego de una investigación epidemiológica, el Ministerio de Salud Pública (MSP) confirmó el primer caso de viruela del mono en Ecuador. Paciente de 30 años que presentó síntomas relacionados con esta enfermedad: fiebre, decaimiento, malestar general y vesículas (similares a los granos). El caso se confirmó por medio de pruebas realizadas INSPI [7]. Ecuador inicio la respectiva supervisión, vacilación y búsqueda de casos relacionados en todo el país y más Guayaquil. Confirmó el segundo caso de viruela del mono, paciente de 27 que presentó síntomas relacionados con esta enfermedad, como vesículas (similares a los granos) [8].

Actualmente el tras un comunicado por el sitio web del ministerio de salud reporta 17 casos de viruela del mono, tras la vigilancia epidemiológica en Ecuador. Los casos fueron identificados en Guayas (cinco), Pichincha (tres), Loja (uno), Los Ríos (uno), El Oro (tres), Santa Elena (dos) y Azuay (dos) [9]. Casi la totalidad de los ciudadanos se encuentra estables y bajo vigilancia domiciliaria, con excepción de una persona ha fallecido por padecer una patología preexistente. Del total de confirmados hay dos niños (uno del exterior y otro en Loja). Además, más de 200 personas han estado en cerco epidemiológico [9]. El 90 % de los casos son hombres de entre 20 y 49 años. A partir de estos casos, se han reportado más de 200 personas sospechosas a nivel nacional, según datos del MSP.

El virus de la viruela símica es un virus de ADN bicatenario con envoltura que pertenece al género Orthopoxvirus de la familia Poxviridae. Hay dos clados distintos del virus, a saber, el clado centroafricano (cuenca del Congo) y el clado de África occidental. A lo largo de la historia, la enfermedad causada por el clado de la cuenca del Congo ha sido más grave y se creía que se transmitía con mayor facilidad. La división geográfica entre los dos clados se ha situado, hasta ahora, en el Camerún, el único país donde se han encontrado ambos clados del virus [4].

2 Preliminares

Características clínicas

La viruela del mono tiene un amplio período de incubación que oscila entre 5 días y 3 semanas, además los pacientes suelen presentar fiebre, escalofríos, fatiga, dolor de cabeza, dolores musculares, dolor de garganta, linfadenopatía y lesiones en la piel [10].

La viruela símica se manifiesta con lesiones cutáneas en el 95 % de las personas, y los sitios anatómicos más comunes fueron el área anogenital, el tórax, los brazos o las piernas, la cara, las palmas y las plantas. Se describe un amplio espectro de lesiones cutáneas, incluidas lesiones maculares, pustulosas, vesiculares y con costras [11].

Histopatología

La infección símica puede tener dos fases: la primera fase de invasión puede durar de tres a cinco días, con fiebre, cefalea intensa, linfadenopatía, dolor lumbar, mialgias y astenia intensa. La linfadenopatía es una característica distintiva de la viruela símica que la diferencia de otras enfermedades que inicialmente pueden parecer similares: varicela, sarampión, viruela [12]. Posterior al cuadro febril suelen aparecer las erupciones cutáneas, que tienden a concentrarse principalmente en la cara, en las extremidades y en el tórax. Las erupciones evolucionan secuencialmente de máculas a pápulas, a vesículas y pústulas con costras que se secan y se caen [12]. El número de lesiones pueden variar de unas pocas hasta cientos de vesículas; en los casos graves, las lesiones pueden unirse y hacer que se desprendan grandes áreas de piel. Los signos vesiculares podrían confundirse con herpes, foliculitis o alguna reacción a fármacos [12].

Diagnóstico

Aunque las características clínicas pueden ser útiles para distinguir las infecciones por poxvirus de otras

causas de erupciones vesiculopustulosas, se requiere confirmación de laboratorio para un diagnóstico definitivo. Los diversos ensayos de diagnóstico de laboratorio para la viruela del simio incluyen aislamiento del virus y microscopía electrónica, PCR, ELISA IgM e IgG, ensayo de anticuerpos inmunofluorescentes y análisis histopatológico [13].

Al igual se sigue un proceso para los casos probables, confirmados y descartados:

- *Caso probable*: Persona que cumple con la definición de caso sospechoso debido a que el individuo que es susceptible, y cumple con al menos uno de los siguie algunos síntomas o signos con el padecimiento de este virus [14]:
  - Contacto con un caso confirmado de viruela del mono en los 21 días anteriores al inicio de los síntomas.
  - Antecedente de viaje a un país endémico de viruela del mono, en los 21 días previos al inicio de los síntomas.
- *Caso confirmado*: Persona que cumple con la definición de caso sospechoso o probable y está confirmado por laboratorio para el virus de viruela del mono mediante pruebas moleculares (PCR en tiempo real) en el Instituto de Salud Pública [14].
- *Caso descartado*: Caso sospechoso o probable para el cual las pruebas de laboratorio PCR y/o secuenciación, son negativas para viruela del mono. Por el contrario, por ejemplo, un caso probable detectado retrospectivamente para el cual las pruebas de lesiones ya no se pueden realizar adecuadamente (es decir, después de que las costras se caen) permanecerá clasificado como caso probable [14].

Tratamiento

Sobre el tratamiento, ha sido enfático en señalar que en Ecuador el tratamiento de la viruela el mono es básicamente sintomático, acompañado de aislamiento de 21 días y otras medidas de control [15]. Ya que los 16 casos en el país su encuentran estables en sus domicilios y bajo vigilancia. Se ha levantado el cerco epidemiológico de sus contactos cercano. Según la OMS se pueden usar medicamentos para el dolor (analgésicos) y la fiebre (antipiréticos) para aliviar algunos síntomas [16]. Inclusión las personas debe mantenerse por una buena hidratación, alimentación, y descanso. Otra parte importantes es evitar el rascarse las vesículas para no aumentar la lesión en la piel, Lo que deben hacer es limpiarse con agua esterilizada o con alcohol antiséptico.

Existe actualmente 2 medicamentos antivirales que se pueden utilizar para las infecciones por viruela símica: tecovirimat y brincidofovir [10]. La dosis mínima de tecovirimat requerida para lograr una supervivencia superior al 90% en el modelo de la viruela del simio fue de 10 mg por kilogramo de peso corporal durante 14 días. Sin embargo, esos tratamientos no están disponibles en el país. Por esta razón, el MSP está analizando la pertinencia de comprar el medicamento antiviral tecovirimat, que ha sido recientemente aprobado por la FDA para el manejo de esta enfermedad.

En este contexto, el funcionario ha precisado en la necesidad de adquirir estos medicamentos específicos, así como la vacuna contra la viruela del mono como ACAM2000: aprobada en 2007 para el tratamiento de la viruela, contiene virus vivo vaccinia replicante atenuado, y JYNNEOS: aprobada en el año 2019 para viruela y viruela del mono. Estas vacunas contienen un virus vaccinia no replicante [14]. Sin embargo, son escasas a nivel mundial, por lo que, ya estamos a la fila y trabajando con los organismos supranacionales para poder conseguirlos [15]. La mayoría de las personas con viruela del simio se recuperan por completo en 2 a 4 semanas sin necesidad de tratamiento médico.

3 Materiales y métodos

La incidencia de la viruela del mono es una realidad en Ecuador. La incidencia de esta afectación puede ser modelada como un problema de toma de decisiones multicriterio a partir del:

Conjunto de pacientes que representan las alternativas a analizar en el proceso del diagnóstico en el que:

El número de pacientes con sintomatología $P=\{P_1, \ldots P_n\},\ n \geq 1,$

Que poseen un cuadro clínico con un grupo de manifestaciones que sufren de afectaciones y molestias que representan los múltiples criterios valorativos donde:

$C=\{C_1, \ldots C_m\},\ m \geq 2.$

La investigación ha sido desarrollada utilizando un enfoque cualitativo a partir del uso del método científico [17]. Se enmarca en el objeto de estudio del análisis de la incidencia de la viruela del mono en Ecuador. Para el desarrollo de la presente investigación se modeló las relaciones causales asociadas a incidencias generadas por el contagio con la viruela del mono.

Modelos causales: existen diferentes tipos de causalidad que son expresadas en forma de grafos, donde cada modelo causal que se puede representar por un grafo son representaciones de la causalidad entre conceptos. Los modelos causales permiten modelar la causa o efecto de un determinado evento [18], [19]. La Figura 1 muestra un esquema con las diferentes relaciones causales.

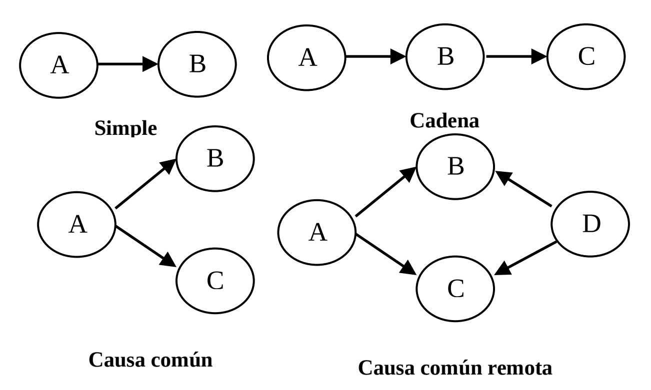


Figura 1: Ejemplo de grafos causales.

Los Mapa Cognitivo Neutrosófico (MCN) son una técnica que permite la representación de las relaciones causales de diferentes conceptos. Esta técnica fue propuesta por Kosko [20] como una extensión de los modelos mentales empleando valores difusos en un intervalo de [-1,1] [21], [22]. Los MCN se representan mediante modelos difusos con retroalimentación para representar causalidad [23, 24].

En el MCD existen tres posibles tipos de relaciones causales entre conceptos [25]:

• $W_{ij} > 0$, indica una causalidad positiva entre los conceptos C_j y C_i. Es decir, el incremento (o disminución) en el valor de C_j lleva al incremento (o disminución) en el valor de C_i.
• $W_{ij} < 0$, indica una causalidad negativa entre los conceptos C_j y C_i. Es decir, el incremento (o disminución) en el valor de C_j lleva a la disminución (o incremento) en el valor de C_i.
• $W_{ij} = 0$, indica la no existencia de relaciones entre los conceptos C_j y C_i.

3.2 Método para el análisis de incidencias estomatognáticas

El sistema propuesto está estructurado para soportar el proceso de gestión para el análisis de incidencia de la viruela del mono en Ecuador. Basa su funcionamiento mediante un enfoque multicriterio multiexperto donde se modela incidencias de la viruela del mono en Ecuador a partir del conjunto de criterios o manifestaciones sintomáticas. Utiliza en su inferencia modelos causales como forma de representar el conocimiento a partir de la técnica de inteligencia artificial Mapa Cognitivo Neutrosófico. El método está diseñado mediante una arquitectura en tres capas para modelar el negocio propuesto (entradas, procesamiento y salidas).

Las entradas del sistema: representan el conjunto de pacientes a analizar, los síntomas, manifestaciones asociadas, las reacciones experimentadas, las relaciones causales que poseen los síntoma con las enfermedades y los expertos que intervienen en el sistema para establecer las relaciones causales.

El procesamiento del sistema: se realiza mediante el flujo de trabajo que conforman las cinco actividades del núcleo de inferencia para el análisis de la incidencia de la viruela del mono.

Las salidas del sistema: representan los resultados del procesamiento donde se obtiene el análisis de la incidencia de la viruela del mono.

El método para la evaluación de la incidencia de la viruela del mono en Ecuador, está conformado por cinco actividades (identificación de las incidencias, determinación de las relaciones causales, identificación de los pesos atribuidos a las incidencias, identificación de los síntomas y generación del diagnóstico) que son descritas a continuación.

Actividad 1 identificación de las incidencias: La identificación de las incidencias representa la actividad en la que se determinan el conjunto general de incidencias que representan la base de inferencia [26-28]. Se utiliza un enfoque multicriterio para analizar la base de casos, por lo que se identifican la mayor cantidad de manifestaciones posibles.

Actividad 2 determinaciones de las relaciones causales: La determinación de las relaciones causales utiliza un enfoque multicriterio multiexperto. Garantiza la representación del conocimiento causal de las incidencias [29, 30]. La actividad consiste en extraer el conocimiento que poseen los expertos sobre los síntomas que se manifiestan. Las relaciones causales son expresadas mediante un dominio de valores que expresan relaciones de implicación directas o inversas para lo cual se utiliza la escala tal como muestra la Tabla1. Esta actividad es muy importante ya que el conocimiento que poseen los expertos sobre los síntomas no está registrado en la base de casos analizada.

Tabla 1: Dominio de valores para expresar causalidad.

Término lingüístico	Números SVN
Extremadamente alto (EA)	[1,0,0]
Muy muy alto (MMA)	[0.9, 0.1, 0.1]
Muy alto (MA)	[0.8,0,15,0.20]
Alto (A)	[0.70,0.25,0.30]
Medianamente alto (MDA)	[0.60,0.35,0.40]
Media (M)	[0.50,0.50,0.50]
Medianamente bajo (MDB)	[0.40,0.65,0.60]
Bajo (B)	[0.30,0.75,0.70]
Muy bajo (MB)	[0.20,0.85,0.80]
Muy muy bajo (MMB)	[0.10,0.90,0.90]
Extremadamente bajo (EB)	[0,1,1]

Durante la determinación de las relaciones causales se realiza un proceso de agregación donde se obtiene un arreglo denominado matriz de adyacencia que representa los valores asignados a los arcos [31], [32] de manera que:

$$M = \begin{bmatrix} .. & .. & .. \\ .. & W_{ij} & .. \\ .. & .. & .. \\ .. & .. & .. \end{bmatrix}$$

La matriz de adyacencia $M = M(C_i C_j)$ representa el valor causal de la función del arco, el nodo C_i que es imparte C_j. C_i incrementa causalmente a C_j si $M_{ij} = -1$, y no imparte causalmente sí $M_{ij} = 0$.

Actividad 3 identificación de los pesos atribuidos a las incidencias: a partir de la obtención en la actividad 2 de la matriz de adyacencia, los valores agregados emitidos por los expertos agrupados, conforman las relaciones con los pesos de los nodos, a través del cual es generado el Mapa Cognitivo Neutrosófico resultante [33], [34]. Mediante un análisis estático del resultado de los valores obtenidos en la matriz de adyacencia se puede calcular el grado de salida utilizándose la ecuación (1) donde se obtienen los pesos atribuidos a cada manifestación [35-37].

$$id_i = \sum_{i=1}^{n} \left\| I_{ji} \right\| \quad (1)$$

Actividad 4 identificación de las incidencias: la identificación de las incidencias es la actividad que consiste en determinar cuáles síntomas están presentes en los pacientes analizados [38, 39]. Para ello se entrevista al paciente y se determina el grado de preferencia que poseen los síntomas a partir de la autovaloración que emiten los pacientes [40-42]. La Tabla 2 muestra el dominio de valores con sus etiquetas lingüísticas utilizados para expresar las preferencias sobre los síntomas.

Tabla 2: Dominio de valores para expresar preferencias.

Valor	Impacto
[0,1,1]	Ausencia de síntomas (AS)
[0.20,0.85,0.80]	Ligera presencia del síntoma (LP)
[0.50,0.50,0.50]	Baja presencia del síntoma (BP)
[0.70,0.25,0.30]	Presencia del síntoma (PS)
[1,0,0]	Alta presencia del síntoma (AP)

Actividad 5 generación del diagnóstico: el proceso del diagnóstico se basa en la simulación del escenario

propuesto por Glykas [43], [44], [45]. Los nuevos valores de los conceptos expresan la influencia de los conceptos interconectados al concepto específico y se calculan mediante la ecuación (2):

$$A_i^{(K+1)} = f\left(A_i^{(K)} \sum_{i=1;\, j\neq i}^{n} A_i^{(K)} * W_{ji}\right) \tag{2}$$

Donde:

$A_i^{(K+1)}$: es el valor del concepto C_i en el paso k+1 de la simulación,

$A_i^{(K)}$: es el valor del concepto C_j en el paso k de la simulación,

W_{ji}: es el peso de la conexión que va del concepto C_j al concepto C_i y f (x) es la función de activación [46].

4 Resultados y discusión

La presente sección se realiza una descripción de la implementación del método para el análisis de la incidencia de la viruela del mono en Ecuador. A partir del análisis de casos registrados en historias clínicas y reportes del Instituto Nacional de Investigación en Salud Pública (INSPI), es posible determinar el comportamiento de las diferentes alternativas en función del análisis de incidencias de la viruela del mono. A continuación se describen los resultados del estudio:

Actividad 1 identificación de las incidencias:

El proceso de selección de las incidencias representa las manifestaciones puede estar presente en varios pacientes confirmados con la viruela del mono [47]. Para determinar las manifestaciones utilizó el criterio de experto llegando a las siguientes conclusiones propuestas en la tabla 3.

Tabla 3: Identificación de las incidencias.

Nodo	Concepto
C_1	Linfadenopatía
C_2	Fiebre y dolor de cabeza
C_3	Ganglios linfáticos inflamados
C_4	Dolores musculares
C_5	Exantema en zonas del cuerpo

Actividad 2 determinaciones de las relaciones causales:

La determinación de las relaciones causales entre las incidencias se utiliza en la escala propuesta en la Tabla 1, donde participaron 5 expertos, se obtuvieron los 5 Mapas Cognitivos Neutrosóficos agregando las respuestas en un único resultado. La Tabla 4 muestra la matriz de adyacencia obtenida como resultado del proceso.

Tabla 4: Matriz de adyacencia resultante

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
C_1	[0, 0,0]	[0.8,0,15,0.20]	[0.5, 0.25,0]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.1]
C_2	[0.8,0,15,0.20]	[0, 0,0]	[1,0,0]	[0.5, 0.25,0]	[1,0,0]
C_3	[0.5, 0.25,0]	[1,0,0]	[0, 0,0]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.75, 0.5,0.25]
C_4	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.75, 0.5,0.25]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0, 0,0]	[0.8,0,15,0.20]
C_5	[0.75, 0.5,0.25]	[1,0,0]	[0.5, 0.25,0]	[0.8,0,15,0.20]	[0, 0,0]

Actividad 3 identificaciones de los pesos atribuidos a las incidencias:

Para la identificación de los pesos se tiene en cuenta la base de conocimiento almacenada en la matriz de adyacencia de la Tabla 4, aplicando la función (1), Se obtiene el comportamiento del peso atribuido a las manifestaciones. La Tabla 5 muestra los pesos resultantes.

Tabla 5: Peso atribuido a las incidencias.

Criterios	Incidencias	Peso
C_1	Linfadenopatía	[0.62,0.35,0.40]
C_2	Fiebre y dolor de cabeza	[0.66,0.35,0.40]
C_3	Ganglios linfáticos inflamados	[0.63,0.35,0.40]
C_4	Dolores musculares	[0.67,0.35,0.40]
C_5	Exantema en zonas del cuerpo	[0.61,0.35,0.40]

Actividad 4 identificaciones de las incidencias:

A partir de la entrevista al paciente se determinó el grado de preferencia que poseen las incidencias mediante la autovaloración emitida. El estudio fue realizado en una alternativa que representa el paciente objeto de estudio. La Tabla 6 muestra los valores resultantes.

Tabla 6: preferencia atribuida a las incidencias de los casos confirmados.

Pacientes	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
A_1	[0.70,0.25,0.30]	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]

Actividad 5 generación del comportamiento:

A partir del proceso de simulación de escenario, se obtuvieron las predicciones de los comportamientos en el tiempo de los pacientes mediante el empleo de la ecuación (2). La predicción modela las relaciones de causalidad de los síntomas y prevé la evolución de ellos en los pacientes. La Figura 2 muestra el resultado de la simulación donde se muestran las manifestaciones y su evolución.

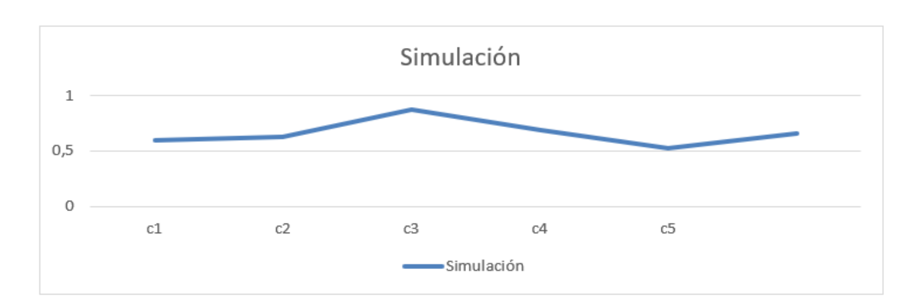


Figura 2: Resultado de la simulación de las manifestaciones.

A partir del comportamiento de los pesos atribuidos a las alternativas y el desarrollo de las manifestaciones se determina mediante un proceso de agregación el grado de pertenencia de una incidencia. La Tabla 6 muestra el resultado del cálculo realizado.

Tabla 6: Peso atribuido a las incidencias

Pacientes A_1	Pesos	Preferencias	Agregación
C_1	[0.62,0.35,0.40]	[0.75, 0.5,0.25]	[0.62,0.35,0.40]
C_2	[0.66,0.35,0.40]	[1,0,0]	[0.66, 0.5,0.25]
C_3	[0.63,0.35,0.40]	[1,0,0]	[0.63, 0.5,0.25]
C_4	[0.67,0.35,0.40]	[1,0,0]	[0.67, 0.5,0.25]
C_5	[0.61,0.35,0.40]	[1,0,0]	[0.61, 0.5,0.25]
Índice			[0.60, 0.5,0.25]

A partir del índice determinado se realiza una comparación del valor obtenido donde se evidencia un desarrollo de un I= 0.60, para el caso analizado representa una mediana existencia de incidencias en pacientes confirmados con la viruela del mono en Ecuador.

Discusiones

Para un nivel medio de incidencia, es necesario tomar las medidas pertinentes para evitar la replicación y transmisión de la viruela del mono. El virus Monkeypox se replica a nivel del citoplasma de células nucleadas o

anucleadas, poseen un virión complejo que contiene enzimas que sintetizan ARN mensajero y un genoma compuesto por una molécula lineal de ADN de doble cadena de entre 130 y 300 pares de bases. El virión ingresa a la célula, ya sea por endocitosis o por fusión, y su núcleo viral se introduce al citoplasma de la célula huésped y forma un andamiaje para el proceso de replicación siguiente. Los viriones liberados de forma natural por la célula infectada poseen una envoltura externa que se pierde durante su manipulación [48]. Cuando la puerta de entrada es la piel, el virus se replica en la capa de Malpigio y, al parecer, se requiere que el virus penetre a la dermis para desencadenar la sintomatología sistémica, cuando la puerta de entrada es el sistema respiratorio, puede producirse ya sea una infección de las vías respiratorias superiores o de las inferiores. La replicación viral, entonces, parece darse en los macrófagos alveolares y en los bronquiolos pequeños, y se disemina posteriormente hacia los ganglios linfáticos regionales, causando a partir de allí una primera fase virémica que contribuye a la diseminación viral al hígado, el bazo, la médula ósea y otros órganos del sistema reticuloendotelial. Seguidamente, se produce la segunda fase virémica que da como resultado las manifestaciones cutáneas [48-50].

La viruela del mono es una zoonosis que se transmite por contacto directo con fluidos y fómites contaminados con las lesiones de un animal infectado, o a través de mordeduras de pequeños mamíferos como roedores, ardillas y monos [49]. En muchas regiones de África es común la caza de estos mamíferos pequeños y medianos para alimentarse, convirtiéndose en una zoonosis endémica de esa zona. En la actualidad se transmite de persona a persona por medio del contacto con fluidos corporales, lesiones cutáneas, gotitas respiratorias de personas infectadas o contacto con la ropa de una persona enferma.

La mayoría de los casos notificados no tienen ningún vínculo relacionado con viajes a un país endémico, y la mayoría de los casos se han producido entre hombres que tienen relaciones sexuales con hombres, lo que aumenta la posibilidad de transmisión sexual. Si bien la viruela del simio no es una infección de transmisión sexual en el sentido típico, puede transmitirse fácilmente durante el contacto sexual e íntimo [12]. Las principales medidas preventivas recomendadas son:

- Higiene de manos.
- Uso de equipos de protección respiratoria y corporal, fundamentalmente guantes y mascarillas.
- Desinfección de superficies y limpieza ambiental de alto nivel.
- Evita el contacto físico de personas sospechosas en la zona con cerco epidemiológico.
- Para el lavado de ropa se recomienda realizarlo con agua caliente y detergente con adecuado nivel de protección corporal guantes y mascarillas.
- En el hogar estas medidas recomendadas por las Autoridades Sanitarias, relativas al aislamiento y cuarentena, incluyen la desinfección con una solución de lejía al 0,5% de juguetes, collares, bozales.

Conclusión

La implementación del sistema propuesto, posibilitó la obtención del Mapa Cognitivos Neutrosófico agregado con la representación de las relaciones causales sobre la incidencia de la viruela del mono en Ecuador. A partir de la aplicación del método propuesto en el caso de estudio fue posible demostrar la aplicabilidad del método permitiendo el diagnóstico de enfermedades a partir del conjunto de criterios que son manifestados en los pacientes confirmados. Aunque el caso de estudio propuesto, presenta una aplicación del sistema propuesto, es importante nutrir varios Mapas Cognitivos Neutrosóficos con diferentes incidencias para elevar la aplicabilidad del método propuesto.

Aunque el método propuesto contribuye al diagnóstico y simulación de los casos se requiere confirmación de laboratorio para un diagnóstico definitivo. Existe actualmente 2 medicamentos antivirales que se pueden utilizar para las infecciones por viruela símica: tecovirimat y brincidofovir sin embargo no se cuenta con estos fármacos a nivel nacional.

La propagación de la viruela del mono en Ecuador es un poco preocupante, debido a que la enfermedad pueda circular de forma comunitaria, ya que, entre julio y agosto de 2022, los contagios llegaron a siete provincias, sin embargo, los ciudadanos confirmados se encuentran estables y bajo vigilancia domiciliaria. Por ende, la prevención y control, mediante la implementación de protocolos sanitarios y la vigilancia en la Atención Primaria de Salud son necesarios para poder identificar y tratar con certeza esta patología. Finalmente, el buen tratamiento sintomático junto con el asilamiento disminuye la morbimortalidad y la trasmisión.

Referencias

[1] R. Rodríguez Puga, Y. Pérez Díaz, and O. d. C. Rodríguez, "jorcienciapdcl 2022," *Consideraciones sobre la viruela símica como enfermedad zoonótica actual.*, https://jorcienciapdcl.sld.cu/index.php/jorcienciapdcl22/2022/paper/view/141/123, [07 04, 2022].

[2] M. D. SALUD, "diprece.minsal.cl," *Orientación Técnica del Manejo Clínico de Viruela Símica*, https://diprece.minsal.cl/wp-content/uploads/2022/08/Orientacion-Tecnica-Viruela-del-Mono.pdf, [Junio 10, 2022].

[3] M. L. OSPINA MARTÍNEZ, "capitalsalud.gov.co," *Protocolo de Vigilancia de Viruela Símica*, 30 de julio de, [Julio 30 2022].

[4] O. M. d. l. s. OMS, "OMS," *OMS sitio Web*, 2022.

[5] OMS, "Organizacion Mudial de la Salud," *Viruela símica - Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte*, 2022.

[6] w. h. organization, *Multi-country outbreak of monkeypox*, Risk assessment, WHO Regional risk, 2022.

[7] M. d. S. P. MPS, "Ministerio de Salud Pública," *Ministerio de Salud Pública sitio web* 2022.

[8] MPS, "Ministerio de salud Publica," *Ministerio de salud Publica sitio web*, 2022.

[9] MPS., "Ministerio de Salud Pública," *Ministerio de Salud Pública sitio we*, 2022.

[10] J. Guarner, C. Del Rio, and P. N. Malani, "Jama Network," *Monkeypox in 2022—What Clinicians Need to Know*, https://jamanetwork.com/journals/jama/article-abstract/2793516, [Julio 13, 2022].

[11] M. D. John P. Thornhill, Ph.D., Sapha Barkati, MD,Sharon Walmsley, M.D., Juergen Rockstroh, M.D., Andrea Antinori, MD,Luke B. Harrison, M.D., Ph.D., Romain Palich, MD, Ph.D.,Achyuta Nori, MD,Iain Reeves, MD,Maximillian S. Habibi, MD, Ph.D.,Vanessa Apea, M, "The new england journal of medical," *Monkeypox Virus Infection in Humans across 16 Countries — April–June 2022*, https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMoa2207323, [Julio 21, 2022].

[12] A. Zerón, "medigraphic," *La quinta ola. COVID, hepatitis misteriosa y viruela del mono.*, pp. 126-128, 2022.

[13] R. Vera, M. Orellana, B. Orellana, and Y. Diana, "ACVENISPROH," *VIRUELA SÍMICA: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA*, https://www.acvenisproh.com/revistas/index.php/masvita/article/view/358/986, [Mayo 29, 2022].

[14] S. c. d. infetologia, "sochinf.cl," *RECOMENDACIONES PARA EL MANEJO CLÍNICO DE PROBABLES CASOS DE VIRUELA DEL MONO (VERSION 1.0)*, https://sochinf.cl/wp-content/uploads/2022/06/Monkeypox-15-de-Junio-2022_Final.pdf, [Junio 15, 2022].

[15] J. Veletanga, "Edicion Medica," *Ecuador analiza la compra de tratamientos específicos para viruela del mono ante el aumento de casos*, https://www.edicionmedica.ec/secciones/salud-publica/ecuador-analiza-la-compra-de-tratamientos-especificos-para-viruela-del-mono-ante-el-aumento-de-casos--99421, [Agosto 08, 2022].

[16] O. M. d. l. S. OMS, "WHO," *¿Cuál es el tratamiento para las personas con viruela símica?*, 2022.

[17] R. Sampieri, C. F. Collado., and P. B. lucio, "Metodología de la investigación," *México* vol. ISBN: 970-10-5753-8, 2006.

[18] C. Goodier, S. Austin, and R. Soetanto, "Causal mapping and scenario building with multiple organizations," *Futures*, vol. 42, no. 3, pp. 219-229, 2010.

[19] C. Strauch, U.-L. S. Sites, and W. Kriha, "NoSQL databases," *Lecture Notes, Stuttgart Media University*, vol. 20, 2011.

[20] B. KOSKO, "Fuzzy cognitive maps," *International Journal of Man-Machine Studies*, vol. 24, no. 1, pp. 65-75, 1986.

[21] J. Salmeron, "Augmented fuzzy cognitive maps for modeling LMS critical success factors," *Knowledge-Based Systems*, vol. 22 no. 4, pp. 275-278, 2009.

[22] J. L. G. González, and O. Mar, "Algoritmo de clasificación genética para la generación de reglas de clasificación," *Serie Científica*, vol. 8, no. 1, 2015.

[23] M. Glykas, and P. Groumpos, "Fuzzy Cognitive Maps: Basic Theories and Their Application to Complex Systems Fuzzy Cognitive Maps " *Springer Berlin / Heidelberg.*, pp. 1-22, 2010.

[24] Gonzalo Nápoles, Elpiniki Papageorgiou, Rafael Bello, and K. Vanhoof, "Learning and convergence of fuzzy cognitive maps used in pattern recognition," *Neural Processing Letters*, vol. 45, no. 2, pp. 431-444, 2017.

[25] Gonzalo Nápoles, Maikel Leon Espinosa, Isel Grau, Koen Vanhoof, and R. Bello, *Fuzzy Cognitive Maps Based Models for Pattern Classification: Advances and Challenges*, p.^pp. 83-98, Soft Computing Based Optimization and Decision Models, 2018.

[26] B. B. Fonseca, and O. Mar, "Implementación de operador OWA en un sistema computacional para la evaluación del desempeño," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 2021.

[27] C. Marta Rubido, and O. M. Cornelio, "Práctica de Microbiología y Parasitología Médica integrado al Sistema de Laboratorios a Distancia en la carrera de Medicina," *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río*, vol. 20, no. 2, pp. 174-181, 2016.

[28] O. Mar, and B. Bron, "Procedimiento para determinar el índice de control organizacional utilizando Mapa Cognitivo Difuso," *Serie Científica*, pp. 79-90.

[29] B. B. Fonseca, O. M. Cornelio, and I. P. Pupo, “Sistema de recomendaciones sobre la evaluación de proyectos de desarrollo de software,” *Revista Cubana de Informática Médica,* vol. 13, no. 2, 2021.

[30] M. Cornelio, “Estación de trabajo para la práctica de Microbiología y Parasitología Médica en la carrera de medicina integrado al sistema de laboratorios a distancia,” *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río,* vol. 20, no. 2, pp. 174-181, 2016.

[31] W. Stach, L. Kurgan, and W. Pedrycz, "Expert-Based and Computational Methods for Developing Fuzzy Cognitive Maps," *In M. Glykas (Ed.), Fuzzy Cognitive Maps* B. Springer, ed., pp. 23- 41, 2010.

[32] J. E. Ricardo, N. B. Hernández, R. J. T. Vargas, A. V. T. Suntaxi, and F. N. O. Castro, “La perspectiva ambiental en el desarrollo local,” *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2017.

[33] E. White, and D. Mazlack, "Discerning suicide notes causality using fuzzy cognitive maps." pp. 2940-2947.

[34] M. Y. L. Vasquez, G. S. D. Veloz, S. H. Saleh, A. M. A. Roman, and R. M. A. Flores, “A model for a cardiac disease diagnosis based on computing with word and competitive fuzzy cognitive maps,” *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Guayaquil,* vol. 19, no. 1, 2018.

[35] S. D. Álvarez Gómez, A. J. Romero Fernández, J. Estupiñán Ricardo, and D. V. Ponce Ruiz, “Selección del docente tutor basado en la calidad de la docencia en metodología de la investigación,” *Conrado,* vol. 17, no. 80, pp. 88-94, 2021.

[36] J. E. Ricardo, V. M. V. Rosado, J. P. Fernández, and S. M. Martínez, “Importancia de la investigación jurídica para la formación de los profesionales del Derecho en Ecuador,” *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores,* 2020.

[37] J. E. Ricardo, J. J. D. Menéndez, and R. L. M. Manzano, “Integración universitaria, reto actual en el siglo XXI,” *Revista Conrado,* vol. 16, no. S 1, pp. 51-58, 2020.

[38] B. B. Fonseca, O. M. Cornelio, and F. R. R. Marzo, “Tratamiento de la incertidumbre en la evaluación del desempeño de los Recursos Humanos de un proyecto basado en conjuntos borrosos,” *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas,* vol. 13, no. 6, pp. 84-93, 2020.

[39] N. Caedentey Moreno, and O. Mar-Cornelio, “Monitoreo energético en los laboratorios de la Universidad de las Ciencias Informáticas,” *Ingeniería Industrial,* vol. 37, no. 2, pp. 190-199, 2016.

[40] J. E. Ricardo, M. Y. L. Vázquez, A. J. P. Palacios, and Y. E. A. Ojeda, “Inteligencia artificial y propiedad intelectual,” *Universidad y Sociedad,* vol. 13, no. S3, pp. 362-368, 2021.

[41] I. A. González, A. J. R. Fernández, and J. E. Ricardo, “Violación del derecho a la salud: caso Albán Cornejo Vs Ecuador,” *Universidad Y Sociedad,* vol. 13, no. S2, pp. 60-65, 2021.

[42] G. Á. Gómez, J. V. Moya, J. E. Ricardo, and C. V. Sánchez, “La formación continua de los docentes de la educación superior como sustento del modelo pedagógico,” *Revista Conrado,* vol. 17, no. S1, pp. 431-439, 2021.

[43] Author ed.^eds., “Fuzzy Cognitive Maps: Advances in Theory, Methodologies, Tools and Applications,” *Secaucus, NJ, USA*: Springer Verlag, 2010, p.^pp. Pages.

[44] O. Mar-Cornelio, I. Santana-Ching, and J. González-Gulín, “Sistema de Laboratorios Remotos para la práctica de Ingeniería de Control,” *Revista científica,* vol. 3, no. 36, 2019.

[45] M. Y. L. Vázquez, I. A. M. Alcivar, M. E. P. González, R. M. A. Flores, R. L. Fernández, and M. A. T. Bonifaz, “Obtención de modelos causales como ayuda a la comprensión de sistemas complejos,” *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Guayaquil,* vol. 18, no. 2, 2018.

[46] R. Giordano, and M. Vurro, *Fuzzy cognitive map to support conflict analysis in drought management fuzzy cognitive maps*, 2010.

[47] C. Danienson, “Competencias docentes: desarrollo, apoyo y evaluación,” *Serie Documental de Preal*, no. No.51, 2011.

[48] G. Sanclemente, and L. A. Correa, “Poxvirus que causan enfermedad en los seres,” *Rev Asoc Colomb Dermatol*, pp. 68-77, Mayo 4, 2010.

[49] L. Jofré, C. Perret, T. Weitzel, M. Mercado, and M. Zuiga, "sochinf.cl," *RECOMENDACIONES PARA EL MANEJO CLÍNICO DE PROBABLES CASOS DEVIRUELA DEL MONO (VERSION 1.0)*, https://sochinf.cl/wp-content/uploads/2022/06/Monkeypox-15-de-Junio-2022_Final.pdf, [julio 15, 2022].

[50] Macazana Fernández, D. M., Romero Diaz, A. D., Vargas Quispe, G., Sito Justiniano, L. M., & Salamanca Chura, E. C. ¨Procedimiento para la gestión de la internacionalización de la educación superior¨. Dilemas contemporáneos: educación, política y valores, 8(SPE2). 2021.

Recibido: Octubre 16, 2022. **Aceptado:** Diciembre 24, 2022